

核鑑識の属性評価における核物質異同識別手法の研究

(1) 多変量解析ツールの開発と核原料物質への適用

Study on Discrimination Methodology for Material Attribution in Nuclear Forensics

(1) Multivariate Analysis Tool Development and Application to Nuclear Source Material Attribution

*木村 祥紀¹, 篠原 伸夫¹, 大久保 綾子¹

¹ 日本原子力研究開発機構

原子力機構では、核鑑識分析における分析データと核鑑識ライブラリと呼ばれるデータベースの情報を比較することで核物質の異同識別を行い、サンプルの起源や履歴といった属性を特定する属性評価手法の開発を進めている。本発表では、核鑑識において属性評価に使用する多変量解析ツールの開発について報告し、ウラン鉱石などの核原料物質について多変量解析手法を適用した異同識別方法について考察する。

キーワード：核鑑識、核セキュリティ、多変量解析、核原料物質

1. 緒言

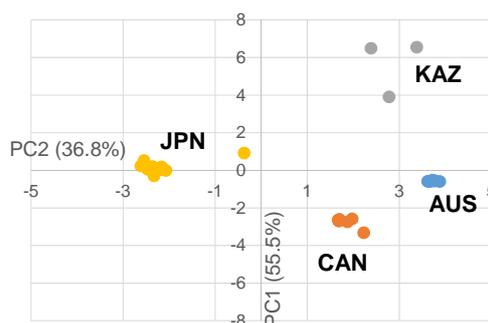
原子力機構では、犯罪現場や不法移転等の現場から押収された核物質等の出所・履歴といった属性を特定する核鑑識技術に関する研究開発の一環で、核鑑識分析で得られた分析データと核鑑識ライブラリと呼ばれるデータベースの情報を比較することで核物質の異同識別を行い、サンプルの起源や履歴といった属性を特定する属性評価手法の検討を進めている。

2. 核鑑識属性評価における多変量解析ツールの開発

核鑑識における属性評価では、押収された核物質等の同位体や不純物の組成といった分析データを核鑑識ライブラリに登録している既知の物質と比較し、該当物質を特定するための解析を行う。この定性分析におけるアプローチとしては、既知試料間のグループ化と、未知試料がどのグループに帰属するかを検討するものがあり、これらに適用する解析的手法として多変量解析手法が分析化学等の分野において広く適用されている[1]。原子力機構では、核鑑識属性評価における定性分析の目的を達成するためのツールとして、主成分分析、クラスター分析、線形回帰判別分析、PLS 回帰判別分析の4つの手法を解析モジュールとして備えた多変量解析ツールを開発した。

3. 多変量解析手法による核原料物質の異同識別方法の検討

核原料物質を対象とした核鑑識属性評価においては物質の異同識別と産地特定が重要な目的となるが、ウラン鉱石やその精製物に不純物として含まれる元素組成が核鑑識における重要な情報となることが知られている[2]。本検討では核原料物質を対象とした核鑑識属性評価について、多変量解析手法によるウラン鉱石等の異同識別方法について検討した。日本を含む複数国で産出されたウラン鉱石に含まれる希土類元素組成をもとに、主成分分析によって産出国別の異同識別解析を行った結果を例として図に示す。本検討により、ウラン鉱石など核原料物質の不純物元素組成に多変量解析手法を適用することで、異同識別と産地特定が可能であることが示された。



参考文献

[1] 三井利幸 他、分析化学 Vol.53, No.8, 773-791 (2004).

[2] Z. Varga et. al, Radiochim. Acta 98, 771-778 (2010).

*Yoshiki Kimura¹, Nobuo Shinohara² and Ayako Okubo¹

¹Japan Atomic Energy Agency..